NOTICE TECHNIQUE	**N° : 064**	**Date :21 novembre 2014**	**Révisée le :**

CONSIDERATIONS SUR LES DEMARREURS

1) Introduction : En aviation générale, le démarreur est un accessoire qui devrait se faire oublier dans le fonctionnement de l'avion. Il sait malheureusement se rappeler à notre bon souvenir de temps en temps en refusant de lancer le moteur, principalement l'hiver, lorsque l'on est loin de la base.
C'est pourquoi il faut prendre soin de lui, et de sa sœur la batterie. Il existe plusieurs fabricants de démarreurs, principalement aux Etats Unis, les modèles diffèrent surtout par la façon dont le pignon d'entrainement est engagé dans la couronne dentée du moteur.

2) Constitution: Si l'on considère la figure n° 1 on trouve les principaux éléments : Le moteur, qui comprend lui-même le stator (inducteur) et le rotor (induit), vient ensuite le lanceur (ou « Bendix ») du nom de la firme US qui l'a mis au point, et qui comprend le système d'avance / rétraction mécanique du pignon d'entrainement.
Il existe 2 systèmes d'enclenchement du pignon: soit mécanique, soit électromécanique (électro-aimant)

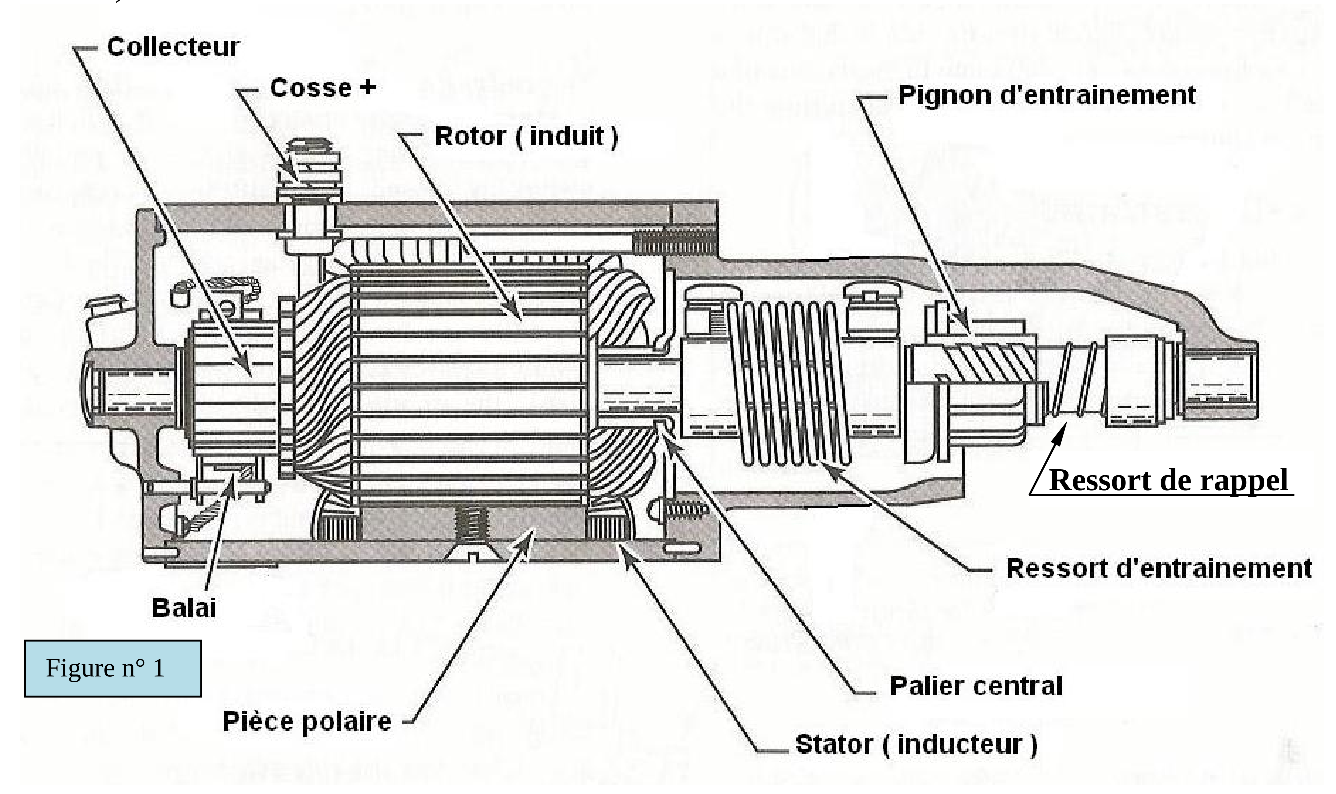


Figure n° 1

2-1) : Le Moteur : Le principe est celui du moteur « Série » : le courant d'alimentation passe de la cosse + vers le stator, puis dans le rotor, au moyen d'un collecteur et des balais (charbons), pour finir à la masse du démarreur. Ce type de moteur possède un fort couple de démarrage, ce qui nous convient bien pour lancer le moteur de l'avion.

2-1-1) : Le Rotor : Il est constitué d'une armature cylindrique à partir de tôles en fer doux empilées et traversées par de rainures longitudinales (voir figure n°2).
Des fils de cuivre de grosse section passent dans ces rainures et forment une série de bobinages .

Chaque bobinage est relié à une lamelle du collecteur en cuivre qui distribue via les balais le courant de démarrage (plus de 100 ampères).

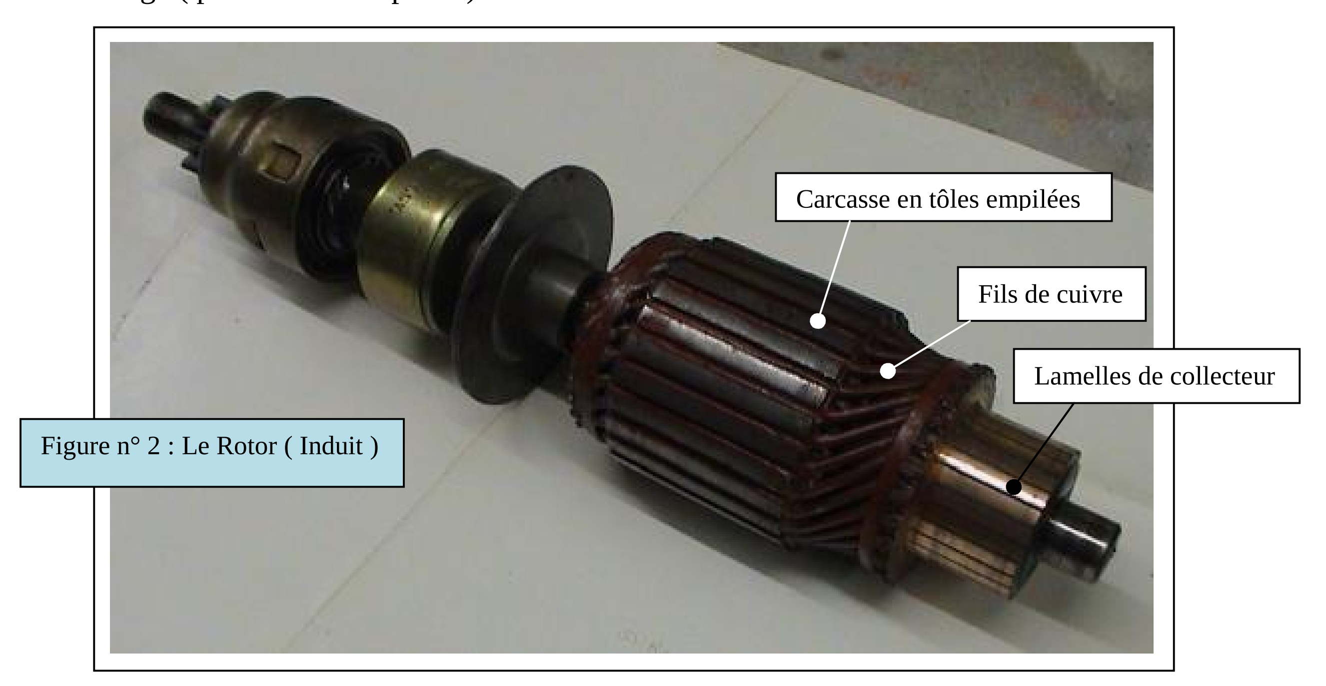


Figure n° 2 : Le Rotor (Induit)

2-1-2) : Le Stator : Il comprend également une carcasse en acier massif qui supporte 4 pièces polaires entourées de 4 bobinages en forme d'anneau, et qui créent le champ magnétique d'entrainement du rotor. Les bobinages sont reliées aux balais (charbons) qui « frottent » sur le

Figure n° 3 : Le Stator (Inducteur)

Bobinage

Pièce polaire

Carcasse

collecteur pour faire passer le courant au rotor. (Figure n°3)
La figure n° 4 montre les 4 portes- balais et la cosse d'arrivée du courant. Selon le type de bobinage, le concepteur du démarreur prévoit 2 ou 4 balais, ce qui réduit le courant par balai.

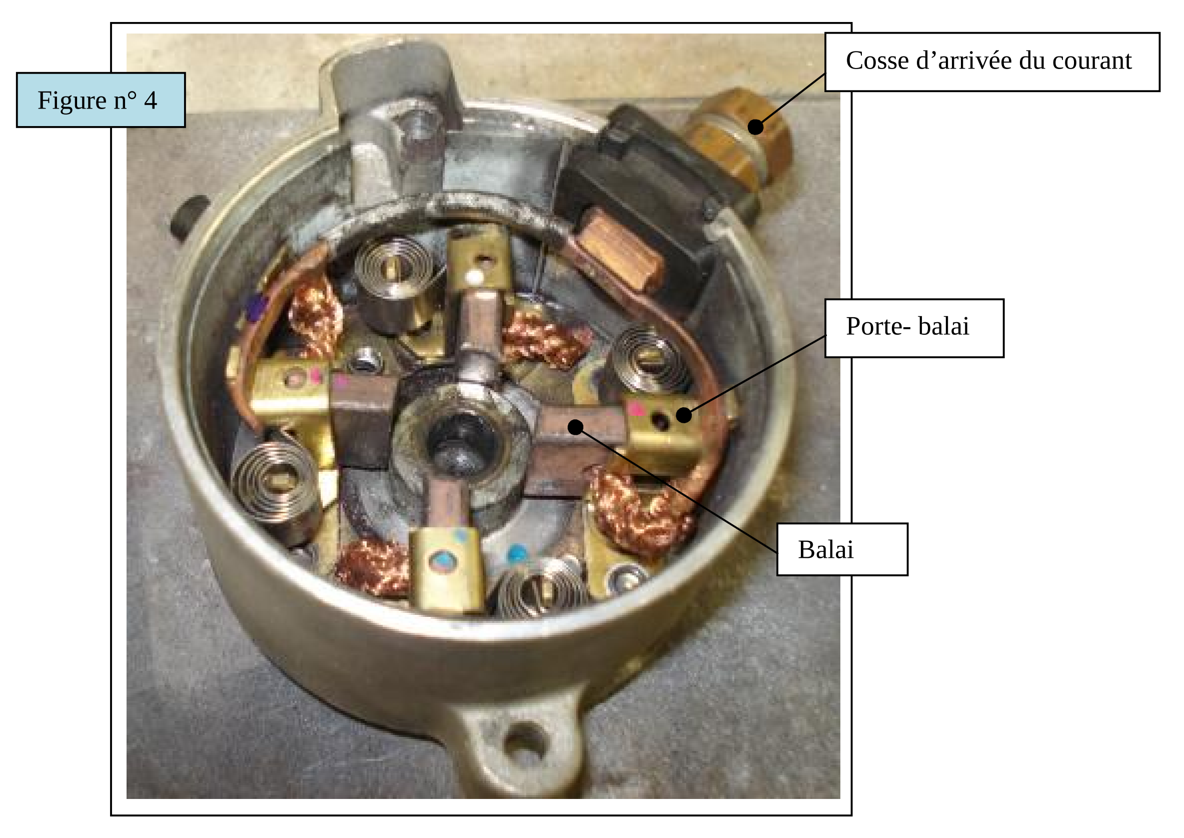


Figure n° 4

2-2) : <u>Le Lanceur</u> :

2-2-1) Type « Bendix » : Il est constitué d'un empilement de pignons, et de ressorts.

En partant de la gauche, sur les figures n°1 et 5, on trouve successivement vers la droite : le ressort d'entrainement qui amorti en rotation les à-coups du moteur, puis un axe avec un filetage hélicoïdal, autour duquel coulisse le pignon d'entrainement, et enfin le ressort de rappel du pignon.

Le pignon d'entrainement est solidaire en rotation de l'axe du moteur, mais il peut coulisser d'avant en arrière pour se dégager de la couronne dentée du moteur de l'avion, lorsque celui-ci a démarré.

Lorsque l'on actionne le démarreur, le filetage hélicoïdal de l'axe pousse le pignon d'entrainement vers la couronne d'entrée, et la met en mouvement.

Lorsque le moteur de l'avion est démarré, il entraine le pignon plus rapidement que ne le fait le démarreur, ce qui, par le filetage hélicoïdal, ramène le pignon en arrière et le dégage de la couronne dentée.

Les figures n° 5 et 6 montrent le détail de l'intérieur du Bendix :

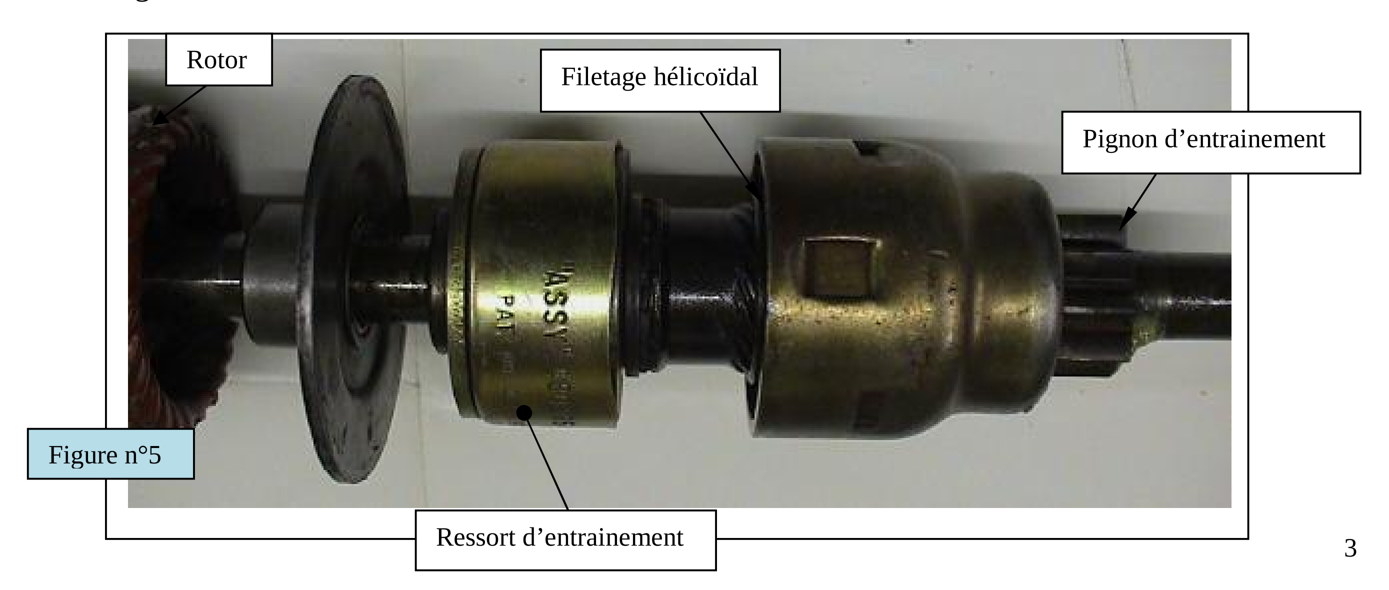


Figure n°5

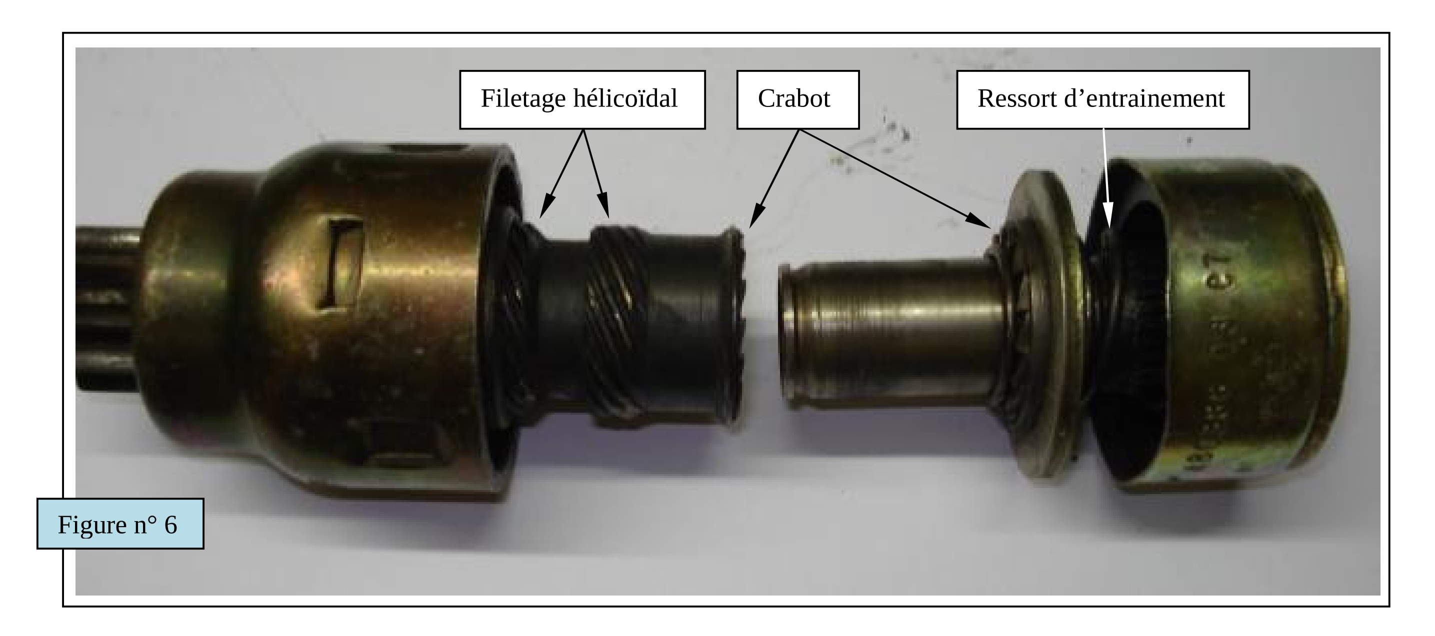


Figure n° 6

La figure n° 6 montre le filetage hélicoïdal, le ressort d'entrainement, et le crabot (roue libre), qui est une sécurité supplémentaire, pour éviter que le moteur de l'avion n'entraine le moteur du démarreur.

Ainsi lorsque l'on n'a pas pu démarrer le moteur de l'avion par le démarreur, et que l'on fait tourner l'hélice à la main, le pignon d'entrainement n'est pas rétracté, et l'on entend le frottement des dents du crabot entre-elles.

En ce qui concerne le dépannage du Bendix, compte tenu de la complexité mécanique, il vaut mieux ne pas intervenir sur cette partie. Sur la partie moteur, on peut éventuellement remplacer les balais et nettoyer le collecteur.

2-2-2) Type Electromécanique : La marque Kelly Aerospaces commercialise un lanceur qui fait avancer le pignon d'entrainement par un électro-aimant excité lors de la mise en marche du démarreur. La figure n°4 montre un démarreur Kelly avec électro-aimant.



Figure n°4

L'électro-aimant est « piloté « par un circuit électronique relativement « chargé »,(figure n°7) ce qui explique que ce type de démarreur semble moins fiable que les démarreurs utilisant les Bendix.

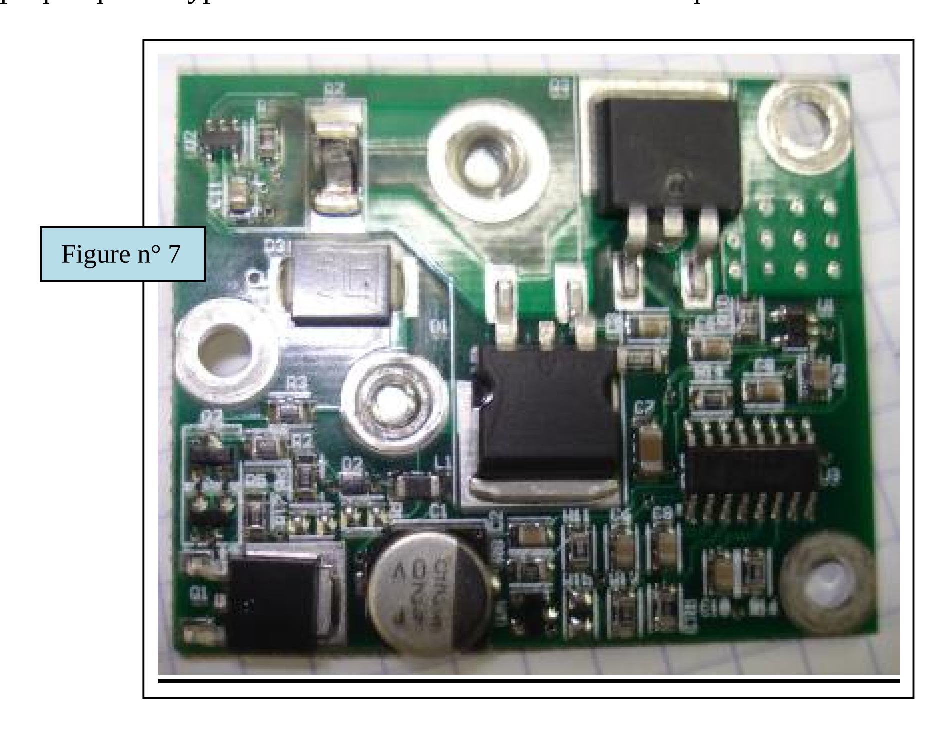


Figure n° 7

3) <u>Considérations sur les pignons d'entrainement</u> : Sur les moteurs Lycoming, les formes et les dimensions des couronnes de démarreurs (et donc des pignons d'entrainement) sont différentes suivant la puissance des moteurs.(Figure n° 8)

Figure n°8

MOTEURS LYCOMING **Couronnes de Démarreur**

Moteur	Puissance	Type de couronne	Diamètre / Pas du pignon	Nb dents du pignon	Diam. axe pignon	Ref KELLY	Ref Hartzell (Préférable)	Ref Sky-Tec	Forme des dents de la couronne
O 235	120 CV	122 dents	10 / 12	9	14	ERZ 8011	MZ 42 04	122-NL	10/12 DIAMETRAL PITCH GEAR 122 TEETH. NOTE "V" SHAPED ROOT OF TEETH.
O 320 O360	160CV 180CV	149 dents	12 / 14	9	10	ERZ 8012	MZ 42 22	149-NL	12/14 DIAMETRAL PITCH GEAR 149 TEETH. NOTE "U" SHAPED ROOT OF TEETH.

Sur les moteurs O 235, les dents sont en forme de trapèze, alors que sur les O 320 et O360, le fond des dents a une forme arrondie, comme précisé sur la figure n° 8. Les couronnes ne présentent pas le même nombre de dents.

Ceci est particulièrement important dans la commande des démarreurs, qui présentent des références différentes.

4) <u>Recherche de pannes sur le démarreur</u> : La panne la plus classique sur le démarreur se manifeste quand on tourne la clef de contact ou que l'on appuie sur le bouton du démarreur et qu'il ne se passe rien…Les causes probables sont :

- La batterie déchargée.
- Le démarreur est hors service ;
- Les cosses sont mal serrées ou oxydées (fils oxydés ou coupés)
- Le relai du démarreur est hors service.

Nous reproduisons ci-dessous un guide de dépannage édité par Sky-Tec : Figure n° 9

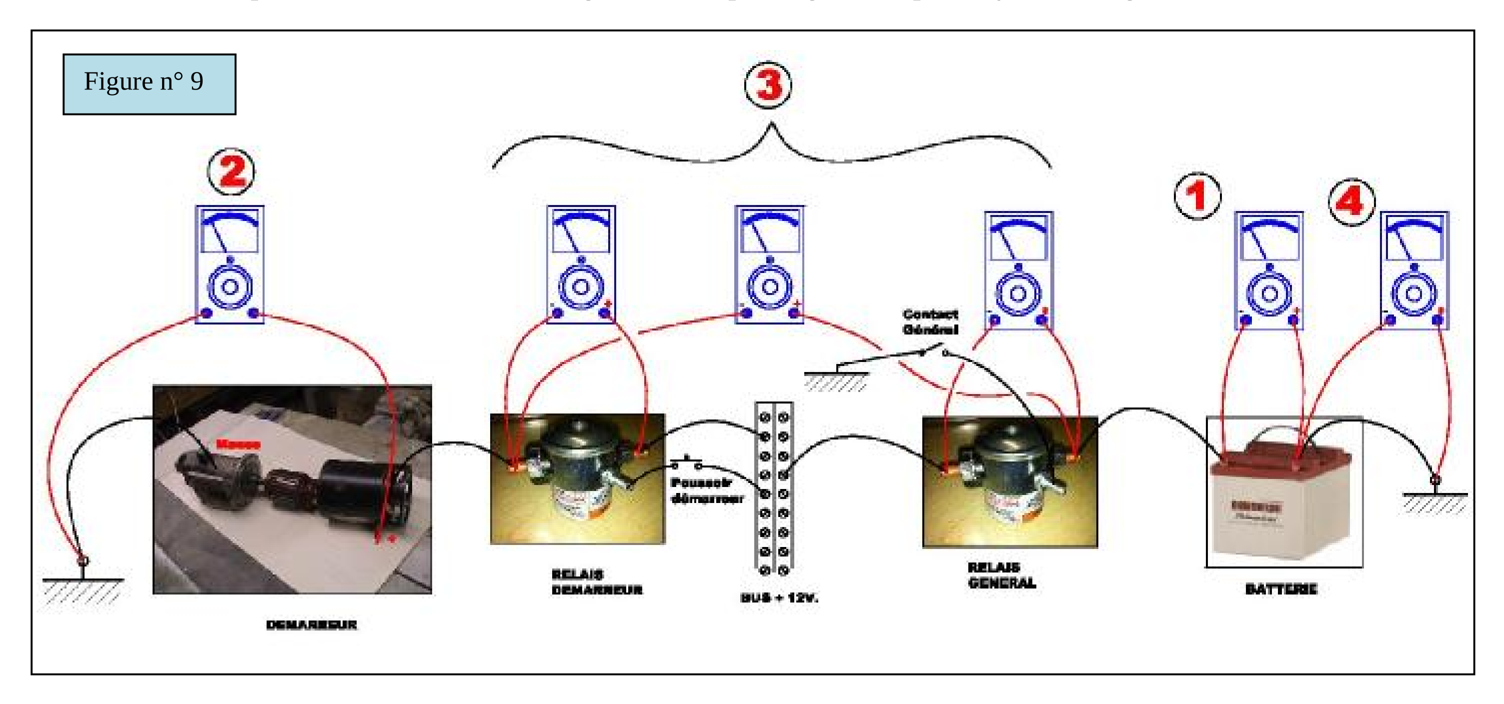


Figure n° 9

Le test se fera directement sur l'avion à l'aide d'un voltmètre si possible analogique (à aiguille) et en 4 étapes : **Assurer la sécurité autour de l'hélice** .

<u>Préliminaire</u> : Si en actionnant le contact du démarreur, on entend un « clic » au niveau du relai de démarreur > Passer à l'étape 2.

<u>Etape 1</u> : Contrôler la tension aux bornes de la batterie tout en activant le contact du démarreur qui ne donne aucun son (clic).

> Si la tension est en dessous de 10 V. : Il est vraisemblable que la batterie est en cause. Si le démarreur était en court-circuit, il tournerait un peu.

> Si la tension est au-dessus de 10V. : Passer à l'étape 2.

<u>Etape 2</u> : Contrôler la tension aux bornes du démarreur (entre la borne d'entrée et la masse) en actionnant le démarreur :

> S'il n'y a aucune tension : Le démarreur est bon, tester le relai du démarreur ou le poussoir du démarreur.> étape 3.

> Si l'on trouve une tension supérieure à 9 V. : Suspecter le démarreur.

> Si l'on trouve une tension inférieure à 9 V.et que la différence de tension entre les résultats des étapes 1 et 2 est supérieure à 2 V. : Suspecter les câbles, les connexions et/ ou les relais. Passer aux étapes 3 et 4.

> Si la différence de tension entre les étapes 1 et 2 est inférieure à 2 V. : on se trouve dans des conditions limites :

- Si la panne se produit à froid > suspecter plutôt la batterie.
- Si la panne se produit à chaud > suspecter les câbles, les connexions, les relais.

<u>Etape 3</u> : Contrôler la tension entre chaque connexion de relai, et entre les extrémités des relais (voir figure n° 9) en actionnant le démarreur :

En supposant que la différence de tension mesurée en étape 2 est supérieure à 2 V. Contrôler chaque tension entre les diverses connexions, telles qu'indiquées sur le diagramme.

Une installation dont les connexions sont correctement serrées, ne doit pas présenter de chute de tension supérieure à 0,5 V. entre la batterie et le démarreur.

> Bien vérifier que les mesures des tensions s'effectuent avec le contact du démarreur enclenché.(se faire aider par une personne).

Etape 4 : Contrôler la tension entre la batterie et la masse, et entre la masse du démarreur et la masse du moteur avec le contact du démarreur enclenché :

> Si aucune perte de tension appréciable n'est notée à l'étape 3, vérifier l'intégrité de toutes les mises à la masse, spécialement pour celle de la batterie et du moteur. Nettoyer ou réparer les connexions douteuses, et refaire l'étape 3.

Remarques :

1) Comme indiqué précédemment, lorsque l'on n'a pas réussi à démarrer le moteur, et lorsque l'on tourne l'hélice à la main (**contacts coupés** !!!), on entend un bruit de pignon pas très agréable au niveau du démarreur. En fait le pignon n'a pas été dégagé vers l'arrière et est entrainé par la couronne du démarreur. Pour que le pignon se dégage , il faut que le moteur tourne et entraine le pignon qui est alors repoussé en arrière (environ 5000 t/mn mini pour le petit pignon).

2) Le pignon du démarreur doit être lubrifié toutes les 50 h. et uniquement avec une bombe silicone munie d' un tube dirigé vers l'axe du pignon. Tout excès de graissage retient la poussière et est néfaste au coulissement du pignon.

5) Courant absorbé par les démarreurs : La figure n°10, proposée par Sky-tec donne une idée du courant maximal absorbé par le démarreur. Ce courant peut être absorbé dans des conditions sévères :

- Par temps froid avec de l'huile moteur très visqueuse.
- Au départ lorsqu'un cylindre est en fin de compression…

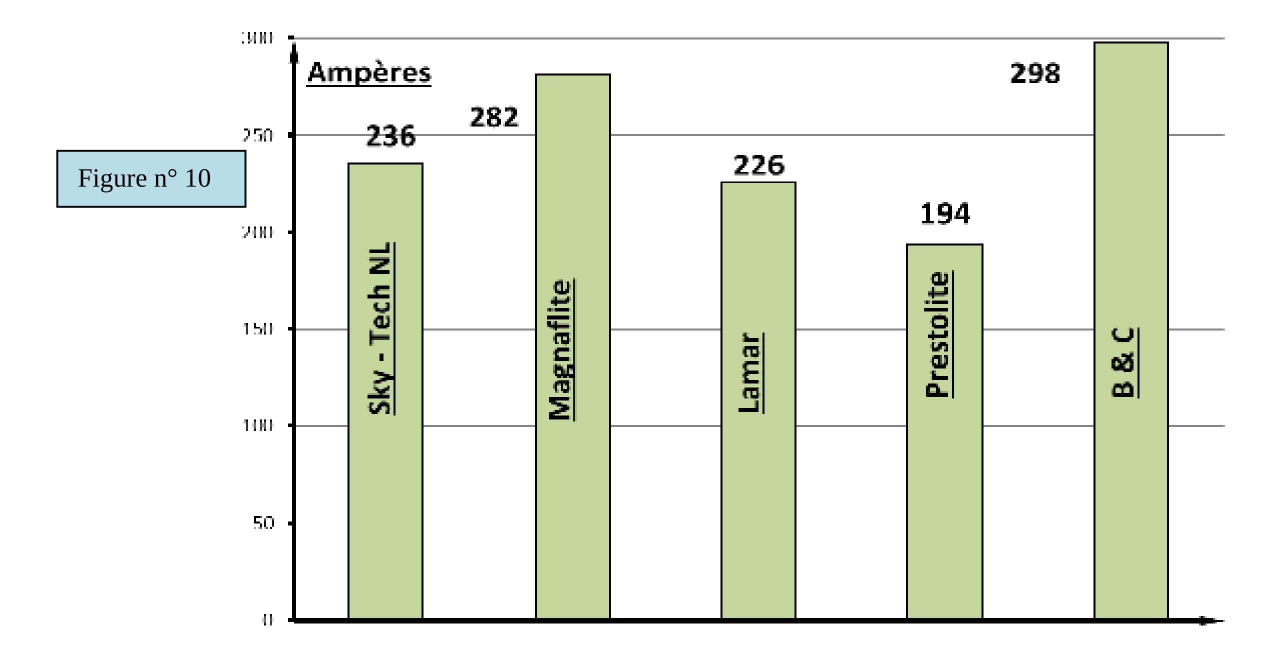


Figure n° 10

Pour produire ce courant , la batterie, doit être en bon état. La batterie devra être chargée régulièrement si le moteur ne tourne pas souvent (surtout en hiver). Le contrôle de la tension donne une idée de la charge de la batterie :

La figure n° 11 donne la capacité résiduelle de la batterie (pour 12 V.), en fonction de la tension mesurée à ses bornes.

Etat de charge d'une batterie:

Figure n°11

Tension batterie (V)	12,9	12,7	12,4	12,0	11,7
Capacité %	100	75	50	25	0

Les fabricants de démarreurs tiennent compte de cette importante demande de courant au démarrage, et conçoivent leur démarreurs pour fonctionner à partir de 9,6V .
Les batteries sont conçues également pour réagir à ces fortes demandes de courant pendant quelques secondes, et seulement en 2 ou 3 essais.

On pourra aussi s'aider du testeur en charge (figure n°12) , qui donne une bonne idée de la santé de batterie. Ce testeur présente une résistance de charge, que l'on met via un poussoir, en parallèle aux bornes de la batterie, pour simuler la décharge liée au démarreur. Ce testeur doit être utilisé après la charge complète de la batterie.

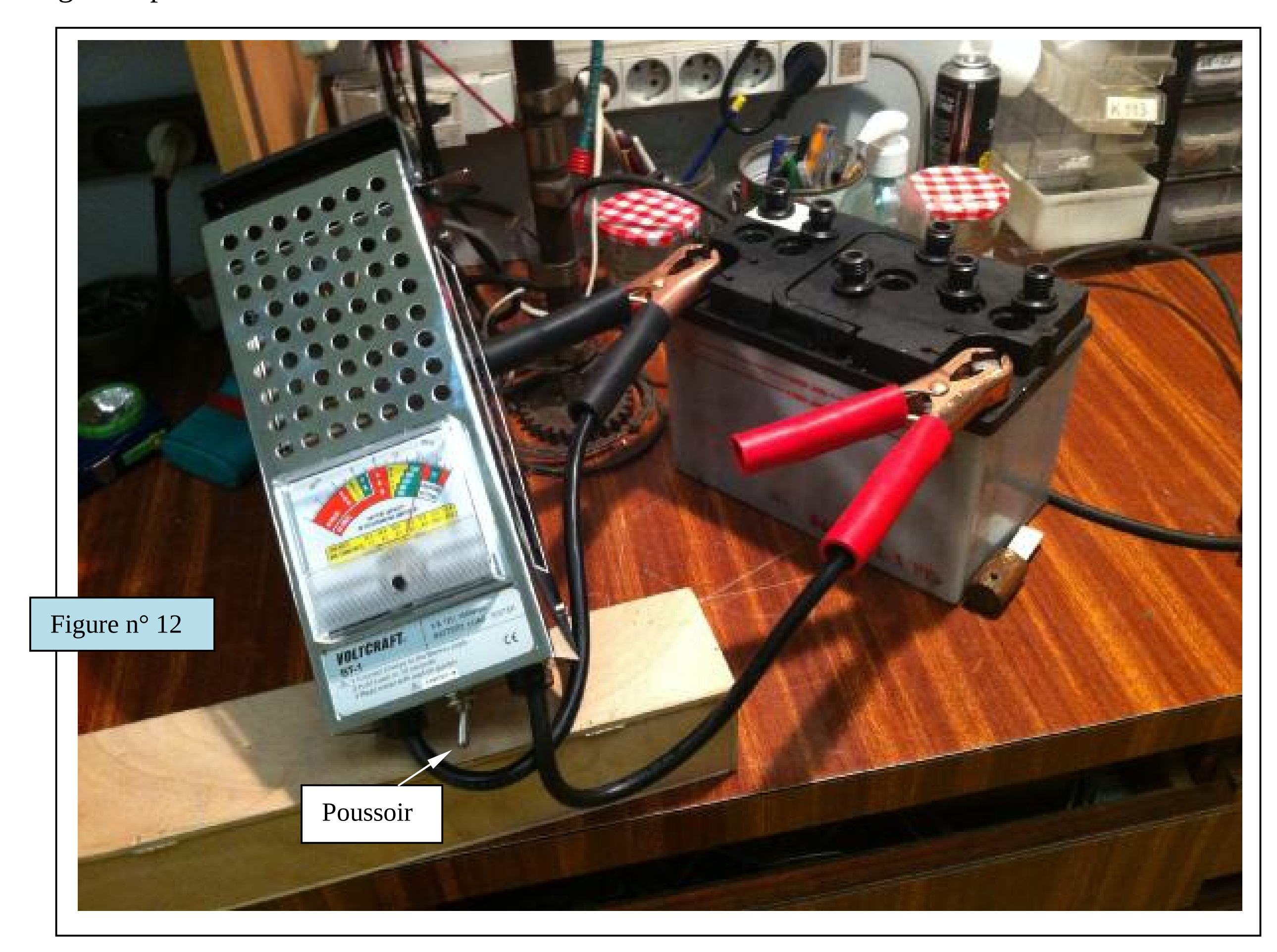


Figure n° 12

Enfin le pèse-acide permet également de contrôler l'état de la batterie. (figure n° 13)

Dans l'état de charge de la batterie sur la photo, le liquide affleure au niveau décharge du ludion (zone rouge) . La batterie doit être rechargée.

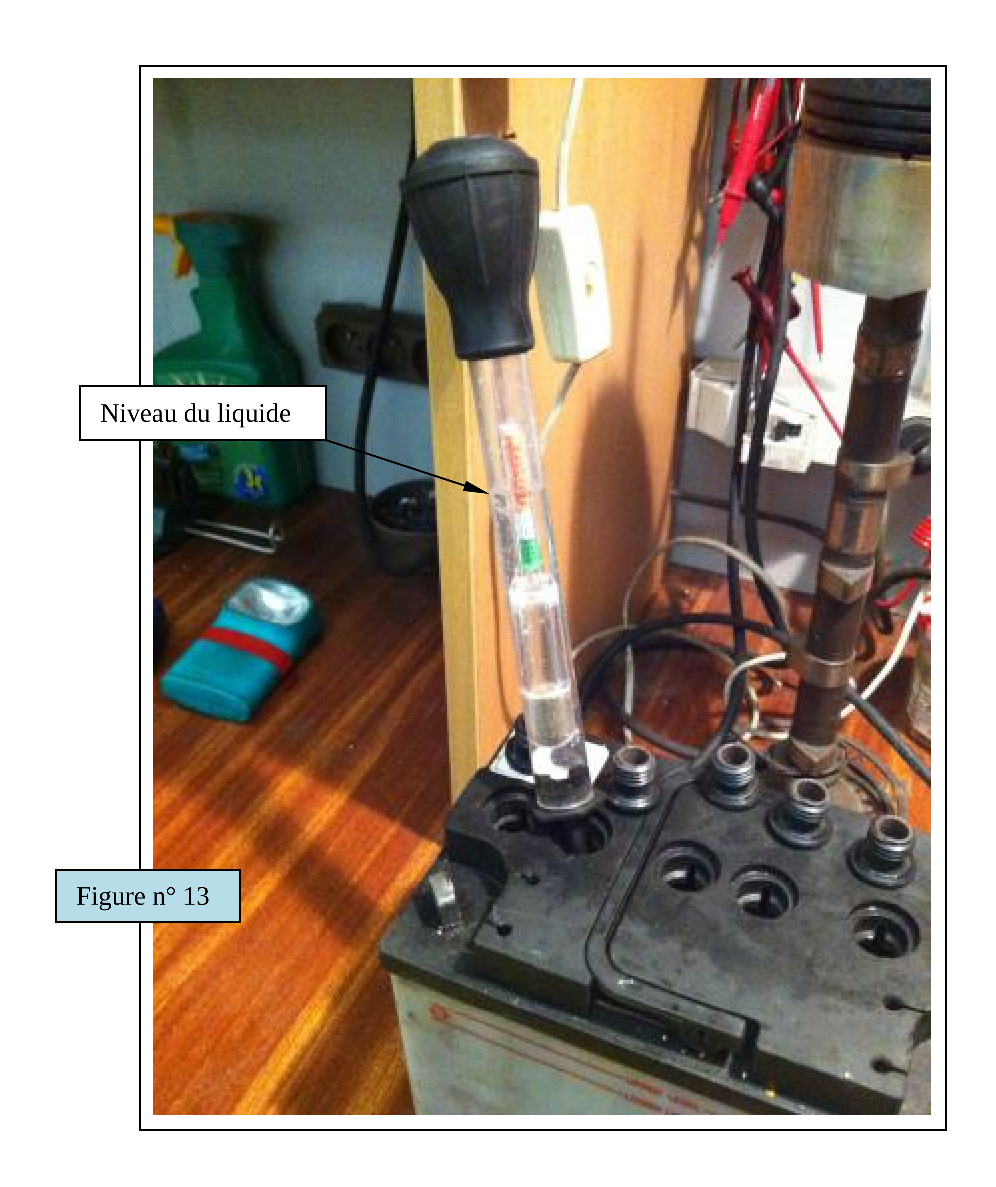


Figure n° 13

Bonne lecture !

michel.suire2@wanadoo.fr

